



2018 © Publicat per l'Associació Catalana de Ciències de Laboratori Clínic

9

li permet construir una sèrie il·limitada de frases a partir d'un conjunt finit de paraules. Aquest programa pot ser anomenat una gramàtica mental [...]».

Aquesta expressió no fa referència a les gramàtiques normatives explicades a les escoles, les quals responen a criteris acadèmics o estilístics. Un segon fet cabdal és que els nens aprenen ràpidament i sense instrucció formal una llengua, entenent i construint frases que no han sentit mai abans.

«[...] els nens han d'estar equipats des del naixement amb un pla comú per a les gramàtiques de totes les llengües, una gramàtica universal, que els indica com extreure els patrons sintàctics a partir de la parla dels seus pares».

Noam Chomsky reconeix el caràcter biològic del llenguatge. Steven Pinker es diferencia, però, en el fet que basa l'explicació de l'origen i el desenvolupament del llenguatge en la selecció natural, de forma similar a qualsevol altra estructura biològica formada per múltiples parts, és a dir, complexa.

El títol del llibre

Un segle abans, Charles Darwin s'interessa també pel llenguatge. A *On the origin of species* fa una símil entre la modificació progressiva de les llengües i l'evolució de les espècies (3).

A *The descent of man, and selection in relation to sex* (4) reelabora l'argument. Però, a més, tracta de comprendre les arrels del llenguatge a partir dels crits i gests dels primats, els lladrucs dels gossos i els cants dels ocells:

«[...] no tinc cap dubte que el llenguatge té el seu origen en la imitació i modificació, amb l'ajuda de signes i gesticulacions, de diversos sons naturals, les veus d'altres animals, i els propis crits instintius de l'home». Atribueix al llenguatge les propietats d'instint i art a la vegada i afirma que la «tendència instintiva a aprendre un art» no és exclusiva dels éssers humans.

D'aquest darrer llibre de Charles Darwin es reproduïx un fragment a *The language instinct*. Aquest fragment acaba observant que el llenguatge:

«[...] No és certament un vertader instint, perquè cada llenguatge ha de ser après. Però es diferencia molt de les altres arts habituals, perquè l'home té una tendència instintiva a parlar, com podem veure en el balboteig dels nostres fills, mentre que cap nen té una tendència instintiva a fer cervesa, fer pa o escriure. A més, no hi ha cap filòleg actualment que pensi que el llenguatge hagi estat inventat a propòsit; s'ha desenvolupat lentament i inconscientment en moltes etapes».

Aquestes al·lusions a l'*instint* inspiren a Steven Pinker el títol de la seva obra (5, 6).

El llenguatge, una característica humana

El fenotip, format pel conjunt de característiques observables d'un organisme, incloent la morfologia, els processos fisiològics i de desenvolupament i el comportament, resulta de la interacció dels gens —el genotip— i l'entorn (7). El fet de considerar la facultat del llenguatge com una part del fenotip humà, a diferència per exemple de l'escriptura o la lectura, dóna una explicació unificadora a fets i observacions aparentment inconnexos, alguns dels quals s'esmenten a continuació (8, 9).

En primer lloc el llenguatge és universal i es manifesta en tots els individus neurològicament ben desenvolupats. És sofisticat tant pel que fa al vocabulari com a la seva estructura. La gramàtica dels individus de les societats desenvolupades no és més elaborada que la de les societats de caçadors i recol·lectors.

El llenguatge en el nen es desenvolupa ràpidament i de forma similar en totes les cultures. A partir del repertori de frases que escolta, que pot no ser molt extens, el nen extreu les regles, sense adonar-se'n, i acaba expressant-se com la comunitat a la qual pertany. Aquest desenvolupament, subjecte a un calendari, evoca un procés maduratiu, com el creixement de les dents o els caràcters sexuals secundaris.

El pidgin ha estat estudiat a Hawaï en la mà d'obra no especialitzada de procedència molt diversa importada per a l'explotació de les plantacions de canya de sucre. És un argot sorgit entre individus que tenen llengües diferents, mútuament inintel·ligibles, i que es troben en la necessitat de comunicar-se. Conté paraules fàcilment pronunciades i molt poca o nul·la gramàtica. Després d'una generació, però, els seus descendents no es limiten a copiar el pidgin sinó que desenvolupen l'anomenat crioll, que ja té una estructura elaborada i completa. Es tracta d'un llenguatge format de nou pels individus més joves que no han estat exposats prèviament a un model lingüístic.

El llenguatge i les capacitats intel·lectuals no estan dissociades totalment, encara que existeix una certa independència. En els individus amb un accident vascular que s'acostuma a relacionar amb l'àrea de Broca, l'afàsia pot manifestar-se amb una manca de fluïdesa en la pronunciació de les paraules i alteració en la formació d'estructures lingüístiques. Es manté, però, la comprensió de les paraules. Els afectats per lesions atribuïbles a l'àrea de Wernicke mostren un patró invers. Es conserva la fluïdesa en la pronunciació però pot faltar l'encadenament lògic de les paraules. La síndrome de Williams, d'origen genètic, no hereditari, cursa amb retardament mental i freqüents alteracions cardiovasculars. Malgrat això, els afectats poden expressar-se de forma solta, fins i tot florida, i amb una gramàtica correcta.

Una adaptació complexa

El terme adaptació es refereix a aquella propietat de l'organisme, incloent una estructura, un tret fisiològic o una conducta, la presència de la qual pot ser explicada perquè ha estat d'utilitat en generacions anteriors i per tant ha ajudat alguns organismes a reproduir-se més que altres. És doncs una característica heretable que ha contribuït a l'èxit reproductiu de l'organisme (10 - 12). Les adaptacions expliquen l'existència de molts trets dels organismes i la seva existència no és casual, com recorda el biòleg evolutiu George C. Williams: «Una adaptació evolutiva és un concepte especial i oneros que no ha de ser utilitzat de forma innecessària, i un efecte [d'un mecanisme biològic] no ha de ser qualificat de funció a menys que sigui clarament el producte del disseny i no de l'atzar» (13).

D'acord amb Steven Pinker, la demostració que la facultat del llenguatge és una adaptació és al rerefons del llibre: «[...] el meu objectiu principal és intentar unificar l'estudi del llenguatge sota una idea bàsica: que el llenguatge és una adaptació evolutiva, com l'ecolocalització dels ratpenats o la trompa dels elefants» (14).

Steven Pinker i Paul Bloom exposen formalment aquest argument per a una audiència acadèmica a l'article, «Natural language and natural selection», publicat quatre anys abans a la revista científica *Behavioral and brain sciences* (15).

L'article examina, descartant-les, les explicacions invocades per l'origen del llenguatge, com que aquest seria un subproducte no modificat d'una adaptació per a un altre fi, o la conseqüència d'hipotètiques lleis físiques de creixement orgànic. També es rebutja l'aparició d'una macromutació, perquè les mutacions amb grans efectes són quasi sempre letals. Per a produir una adaptació complexa són necessaris nombrosos canvis: «[...] l'única manera en què un disseny complex es desenvolupa és mitjançant una seqüència de mutacions amb efectes lleugers. Encara que no és impossible literalment que un òrgan com l'ull aparegui en una generació d'individus sense ulls, les probabilitats que això passi són infinitament petites».

Els autors argumenten que el llenguatge mostra un disseny la funció del qual és la transmissió d'informació. Afirment que el seu raonament està dintre de la lògica de les explicacions emprades per altres estructures orgàniques. La conclusió de l'article sosté: «Tal com hem avançat, la idea central d'aquest article és absolutament convencional. Tot el que argumentem és que el llenguatge humà, com altres sistemes biològics especialitzats es va desenvolupar per selecció natural. La nostra conclusió es basa en dos fets que pensem són incontrovertibles; el llenguatge mostra signes de disseny complex per la comunicació d'estructures proposicionals, i l'única explicació per l'origen d'òrgans amb un disseny complex és el procés de la selecció natural. [...] ».

Un article rellevant

L'article «Natural language and natural selection», signat per Steven Pinker i Paul Bloom, que és llavors un estudiant graduat, és considerat per alguns experts com el catalitzador que fa revivre l'interès per l'evolució del llenguatge (16). L'exposició i la crítica minuciosa dels diferents arguments fa que l'article sigui tingut en compte pels detractors i partidaris de les conclusions dels autors (17, 18).

Cal relacionar l'article amb els debats públics celebrats al Centre per la Ciència Cognitiva de l'Institut Tecnològic de Massachusetts (MIT), on treballen els autors. Els debats se celebren des de mitjan anys setanta fins a mitjan anys noranta amb el següent format. Amb antelació, es reparteix un text als acadèmics del centre i especialistes externs interessats. A la sala, els autors acostumen a fer un resum, s'enfronten a les esmenes d'un o dos experts qualificats i segueix una rèplica i una discussió, sovint viva i estimulante, on intervenen tots els assistents. (19).

En ocasió de l'article «Natural language and natural selection», els autors s'encaren a les crítiques de Stephen Jay Gould, paleontòleg i divulgador, i el científic cognitiu Massimo Piatelli-Palmarini (que compareix en lloc de Noam Chomsky). A la convocatòria acudeixen lingüistes i científics de camps diversos perquè la relació entre el llenguatge i la teoria de l'evolució per selecció natural aixeca molt interès. La sala és més plena que en qualsevol altra sessió i cal doblar l'aforament (19).

L'interès de l'article i la controvèrsia aixecada queden reflectits posteriorment en les rèpliques a l'article reproduïdes a la revista *Behavioral and brain sciences*. Aquesta revista interdisciplinària publica els anomenats articles objectiu (*target articles*). Són treballs significatius o controvertits que es publiquen en un format poc habitual, l'anomenat comentari obert entre iguals (*open peer commentary*). Consisteix en la publicació, en el mateix número de la revista, dels comentaris d'entre vint i quaranta professionals acadèmics qualificats. Segueix a continuació la resposta dels autors de l'article, de manera que es produeix un efecte de diàleg i es posen en relleu els aspectes més polèmics (20).

L'article esmentat té una extensió superior a les setanta pàgines i intervenen més de trenta experts. És, d'acord amb Steven Pinker, el més citat de tots els que ha escrit (21). Afirma que l'article trenca el tabú establert sobre la discussió de les arrels evolutives del llenguatge. Un dels comentaristes afirma que és un article alliberador: «[...] No és una idea nova ni revolucionària, però en canvi, aclareix malentesos que impedeixen un programa de recerca per a la integració de la lingüística i la biologia evolutiva».

També, i en un altre àmbit, el filòsof Dan Dennett, present al debat, afirma que, en acabar, decideix no ajornar l'escriptura de *Darwin's dangerous idea* (22). El llibre, escrit amb la intenció de posar en clar malentesos sobre la teoria de l'evolució i les seves implicacions per la condició humana, serà més endavant èxit de vendes.

El nínxol cognitiu

Tal com s'ha indicat, d'acord amb Steven Pinker i Paul Bloom, la funció del llenguatge és la transmissió d'informació, la qual cosa dona un avantatge competitiu a l'individu. Així «un individu evita repetir el procés de prova i error, prolongat i fins i tot perillós, necessari per aconseguir un coneixement, i ho fa aprofitant l'ampli dipòsit d'experiència acumulada per un altre» (15).

El llenguatge, a més, permet saber quin és l'estat emocional dels altres individus de la comunitat: «[...] en un grup d'individus interrelacionats i cooperadors, els propòsits dels altres individus són de les coses més importants de l'entorn que cal saber» (15).

Els homes primitius, per tant, vivien en un món «[...] on el llenguatge estava imbricat en les intrigues de la política, l'economia, la tecnologia, la família, el sexe i l'amistat, tot la qual cosa jugava un paper clau en l'èxit reproductiu individual» (15).

El nínxol d'una espècie es pot definir com el conjunt d'especialitzacions que constitueixen la seva manera d'adaptar-se a l'entorn (per exemple, els recursos emprats, les adaptacions necessàries) (23, 24). Steven Pinker recull explícitament la idea del nínxol cognitiu, creada per l'antropòleg John Tooby i la psicòloga Lela Cosmides (9). Argumenta:

«[...] l'estil de vida humà és la conseqüència d'una especialització per superar, mitjançant el raonament de causa i efecte, les defenses fixades evolutivament de les plantes i els animals, com són el verí, el camuflatge, el sigil, la velocitat, etc. Aquest tipus de raonament permet als éssers humans inventar i posar en pràctica noves habilitats (armes, trampes, paranyes coordinats per caçar i maneres de mitigar els tòxics de les plantes). Es pot així tenir avantatge sobre els altres organismes, abans que aquests puguin desenvolupar defenses com a resultat de canvis evolutius produïts al llarg de generacions» (9).

El nínxol cognitiu és un mode de supervivència caracteritzat per la manipulació de l'entorn, la cooperació social i el llenguatge. Aquestes tres característiques han coevolucionat reforçant-se mútuament i incrementant-se al llarg del temps. Han permès als éssers humans ocupar hàbitats molt diversos i treure profit de noves espècies de plantes i animals.

Conclusió

En les seves consideracions sobre el llenguatge, Steven Pinker s'alinea amb la percepció majoritària en el camp de la biologia: «[...] El corrent principal en la biologia evolutiva moderna està ben representat per biòlegs com George Williams, John Maynard Smith i Ernst Mayr, que es preocupen pel disseny dels organismes en la seva totalitat. El

seu consens és que la selecció natural té un lloc molt especial en l'evolució i l'existència d'alternatives no significa que l'explicació d'un tret biològic sigui una qüestió oberta al gust de cadascú» (1).

L'any 2007 *The language instinct* es reedita sense canvis en el contingut (2). S'hi afegeix una petita autobiografia, un text on l'autor explica com va escriure el llibre, una secció on dona respostes a preguntes freqüents, i una actualització del contingut de cada capítol. S'inclou també una relació de lectures suplementàries recomanades per l'autor.

El llibre és el primer d'una sèrie de llibres de l'autor per un públic ampli dedicats a la naturalesa humana, tots ells èxits de vendes, que l'han convertit en una figura pública, amb aparicions freqüents als mitjans de comunicació (25, 26). Steven Pinker es confessa admirador de científics que són divulgadors però al mateix temps capaços d'avançar idees innovadores en els seus camps de recerca (2). Segueix a més un dels consells que rep quan comença a escriure *The language instinct*: cal tenir molt en compte els col·legues d'altres àmbits científics i els lectors cultes. Són professionals ben informats però que s'han dedicat a altres àrees del coneixement i, per tant, no poden dominar els temes de fons d'una disciplina (26). Afirmar que el respecte per la intel·ligència dels lectors i tenir present la seva manca de coneixement especialitzat són necessaris per elaborar un text científic de qualitat (27).

Annex

El disseny complex

El disseny complex dels éssers vius, també anomenat complexitat adaptativa, ocupa un lloc central en la biologia evolutiva. Així, John Maynard Smith afirma que «la tasca principal de qualsevol teoria evolutiva és explicar la complexitat adaptativa [...]» (28).

I

La teoria de l'evolució per selecció natural explica, sense recórrer a forces sobrenaturals o miraculoses, l'existència d'adaptacions de l'organisme que són molt elaborades, i per tant, la seva aparició per atzar és altament improbable. Aquestes adaptacions s'expliquen perquè les diferents parts s'han anat formant per modificacions de l'organisme heretables i progressives, amb efectes lleugers sobre el fenotip.

La idea de la modificació gradual dels organismes està molt present a *On the origin of species* (3): «Res no pot semblar inicialment més difícil que creure que els òrgans i instints més complexos s'hagin perfeccionat, no per mitjans superiors a la raó humana, encara que anàlegs, sinó per l'acumulació de variacions innumerables i simples, cadascuna favorable a l'individu que les posseeix».

A més, Charles Darwin remarca la importància que té aquest fet: «Si es pogués demostrar que un òrgan complex existeix i que no ha estat format per modificacions nombroses, successives i senzilles, la meua teoria s'enfonsaria».

II

Richard Dawkins tracta la complexitat adaptativa en diversos escrits, especialment a *The blind watchmaker* (29). L'autor recorda que la finalitat del disseny adaptatiu de l'organisme és la continuïtat de la seva informació genètica. «Podem dir que un organisme o un òrgan està ben dissenyat quan té els atributs que un enginyer intel·ligent i competent podria haver-hi incorporat a fi d'aconseguir plenament un objectiu com volar, nedar, veure, menjar, reproduir-se, o en termes més generals, promoure la supervivència i replicació dels gens de l'organisme».

El disseny de l'organisme és la conseqüència de mutacions successives aleatòries, l'efecte de cadascuna de les quals està sotmès al filtre de la selecció natural, generació rere generació: «Cada canvi en el procés evolutiu gradual va ser suficientment simple en relació al seu predecessor, per haver sorgit per atzar. Però tota la seqüència d'esdeveniments acumulats no constitueix un procés aleatori, quan es contempla, en perspectiva, el punt de partença i la complexitat del resultat final. El procés acumulatiu està dirigit per la supervivència no aleatòria»¹.

L'autor considera una característica comuna a totes les formes de vida que puguin existir a tot l'univers. «El darwinisme —és a dir, la selecció no aleatòria causada per l'expressió fenotípica d'entitats replicadores que varien de forma aleatòria— és l'única força que conec que, en principi, guia l'evolució en la direcció de la complexitat adaptativa. Actua en aquest planeta. [...] i no hi ha cap raó per dubtar de la seva certesa a tot l'univers» (30). I així: «[...] si tal vegada es descobreix una forma de vida en una altra part de l'univers, per molt extravagant i estranya que sigui, s'assemblarà a la vida a la terra en un aspecte clau: haurà evolucionat mitjançant alguna forma de selecció natural darwiniana. [...] Cap altra teoria que ha estat mai proposada és en termes generals capaç d'explicar la vida» (29).

III

Richard Dawkins i Steven Pinker han manifestat sovint el seu respecte mutu. El primer per exemple escriu: «[...] la major part del que sé sobre lingüística prové de Steven Pinker. El mateix puc dir de molt del que sé sobre psicologia cognitiva moderna» (31).

Steven Pinker, per la seva part, reconeix així la influència de Richard Dawkins en el seu treball: «Sóc un científic cognitiu, és a dir, estudio la naturalesa de la intel·ligència i el funcionament de la ment. No obstant això, una de les meves influències científiques més profundes ha estat Richard Dawkins, un biòleg evolutiu» (32).

L'autor de *The language instinct* remarca els paral·lelismes que hi ha en l'estudi dels animals i de la ment humana, àmbits respectius d'ambdós científics. Una de les similituds és el disseny complex. «En el cas dels organismes tenim adaptacions remarcables com l'ecolocalització, el camuflatge, l'ull dels vertebrats, i altres "òrgans de perfecció i complicació extremes" en paraules de Darwin, que presenten solucions a problemes d'enginyeria enormes. En el cas de la ment, tenim els poders remarcables de la cognició humana com l'habilitat de reconèixer objectes i materials, planejar i executar moviments, raonar i recordar, parlar i entendre» (32).

IV

A l'article «Natural language and natural selection», Steven Pinker i Paul Bloom apunten la definició següent: «La "complexitat adaptativa" descriu un sistema format per múltiples parts en interacció les unes amb les altres i on l'estructura i disposició suggereixen un disseny per a dur a terme una funció» (15).

Els autors reproduïxen un fragment de *The blind watchmaker*, en el qual, per explicar la lògica dels canvis graduals, Richard Dawkins raona que un percentatge reduït de visió és sempre millor que la ceguesa total. La citació reproduïda és la següent:

«Un animal primitiu amb un cinc per cent d'un ull pot haver-lo utilitzat per una altra cosa que per veure-hi, però em sembla també molt probable que l'utilitzés per gaudir d'aquest cinc per cent de visió.... Paga la pena posseir una visió que és només un cinc per cent tan bona com la vostra o la meua, en comparació amb l'absència de visió. I també és millor l'u per cent de visió que la ceguesa total. I el sis per cent és millor que el cinc per cent, el set millor que el sis i així en una sèrie gradual i contínua».

L'article també fa esment de l'anomenat per Richard Dawkins, *argument de la incredulitat personal*. És el nom amb el qual bateja l'argument utilitzat per algun crític escèptic amb la capacitat modificadora de la selecció natural. El crític pretextaria que la probabilitat estadística de l'aparició de mecanismes biològics complexos és molt baixa, pràcticament inexistent. Aquest raonament és conseqüència de la falta de comprensió dels processos que, encara que probabilistes, tenen lloc en la immensitat de temps que té l'evolució al seu abast².

Finalment a l'article es reitera que «[...] el disseny complex és certament l'arrel del nostre argument» i a *The language instinct* s'afirma: «Tota discussió d'aquest llibre ha posat en relleu la complexitat adaptativa del llenguatge».

Notes

¹ Per una aproximació a la visió del món centrada en el gen de Richard Dawkins, es pot consultar *The selfish gene* (33).

Jacques Monod tracta les implicacions filosòfiques de l'atzar en la biologia a *Le hasard et la nécessité* (34). Dues publicacions de l'autor d'aquest article tracten de les idees i el context d'aquestes obres «El gen egoista, revisitat» (35) i «Sobre l'atzar i la necessitat» (36).

² A *River out of eden* (37), Richard Dawkins escriu: «No diguis mai, i no prenguis seriosament ningú que digui, "No puc creure que tal cosa hagi evolucionat per selecció gradual". Anomeno aquest tipus de fal·làcia l'*argument de la incredulitat personal*. Una vegada darrera l'altra ha estat el preludi d'una discussió intel·lectualment poc enriquidora».

Referències

- (1) Pinker S. The language instinct. Nova York: William Morrow and Company, Inc; 1994. [ISBN: 0-688-12141-1].
- (2) Pinker S. The language instinct. Nova York: Harper Perennial Modern Classics; 2007. [ISBN: 978-0-06-133646-1].
- (3) Darwin C. On the origin of species. Oxford: Oxford University Press; 2008. [ISBN: 978-0-19-921922-3].
- (4) Darwin C. The descent of man, and selection in relation to sex. Princeton: Princeton University Press; 1981. [ISBN: 0-691-08278-2].
- (5) Pinker S. How the mind works. Harmondsworth: Penguin Books Ltd; 1998. [ISBN: 0-14-024491-3].
- (6) Steven Pinker speaking on his newly translated book The Language Instinct <<https://vimeo.com/38013749>> (accés: 2018-02-2).
- (7) Losos JB, dir. The Princeton guide to evolution. Princeton: Princeton University Press; 2014. [ISBN: 978-0-691-14977-6].
- (8) Pinker S. Language is a human instinct. <https://www.edge.org/conversation/steven_pinker-chapter-13-language-is-a-human-instinct> (accés: 2018-02-02).
- (9) Pinker S. Language as an adaptation to the cognitive niche. A: Christiansen MH, Kirby S, dirs. Language evolution. Oxford: Oxford University Press; 2003. [ISBN: 019 924483 9].
- (10) Sterelny K, Griffiths PE. Sex and Death: An Introduction to Philosophy of Biology. Chicago: The University of Chicago Press; 1999. [ISBN: 0-226-77304-3].
- (11) Mayr E. What evolution is. Londres: Orion Books Ltd; 2002. [ISBN: 0 75381 368 8].
- (12) Williams GC. Plan and purpose in nature. London: Weidenfeld & Nicolson; 1996. [ISBN: 0 297 81646 2].
- (13) Williams GC. Adaptation and natural selection. A critique of some current evolutionary thought. Princeton: Princeton University Press; 1996. [ISBN: 0-691026-157].
- (14) Pinker S. On language. J Cognitive Neurosci 1994;6:92-8. doi:10.1162/jocn.1994.6.1.92.
- (15) Pinker S, Bloom P. Natural language and natural selection. Behav Brain Sci 1990;13:707-784.
- (16) Christiansen MH, Kirby S, dirs. Language evolution. Oxford: Oxford University Press; 2003. [ISBN: 019 924483 9].
- (17) Botha RP. Did language evolve like the vertebrate eye? Stellenbosch Papers in Linguistics 2002;34:71-110. doi: 10.5774/34-0-33.
- (18) Botha RP. Neo-darwinian accounts of the evolution of language: 1. questions about their explanatory focus. Lang Commun 1997;17:249-67.
- (19) Kenneally, C. The First Word: The Search for the Origins of Language. Nova York: Penguin Book (USA) Inc; 2007. [ISBN: 1-4295-4125-3].
- (20) <<https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences>> (accés: 2018-02-02)
- (21) Pinker S. Language, cognition and human nature: selected articles. Oxford: Oxford University Press; 2013. [ISBN: 978-0-19-932874-1].
- (22) Dennett DC. Darwin's dangerous idea. Evolution and the meanings of life. Nova York: Simon & Schuster Paperbacks; 1995. [ISBN: 0-684-82471-X].
- (23) Boyd R, Silk JB. How humans evolved. 5 ed. Nova York: W. W. Norton & Company; 2008. [ISBN: 978-0-393-93271-3].
- (24) Whiten A, Erdal D. The human socio-cognitive niche and its evolutionary origins. Philos T Roy Soc B 2012;367:2119-29. doi:10.1098/rstb.2012.0114.
- (25) Fahy D. The new celebrity scientists. Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield; 2015. [ISBN: 978-1-4422-3342-3].
- (26) Pinker S. Some remarks on becoming a public intellectual. MIT communications forum. <http://web.mit.edu/m-i-t/articles/index_pinker.html> (accés: 2018-04-02).
- (27) Q & A. Stephen Pinker. Curr Biol 2004;14:R909. doi.org/10.1016/j.cub.2004.10.009. <[http://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(04\)00798-5.pdf](http://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(04)00798-5.pdf)> (accés: 2018-04-02).

(28) Maynard Smith J. The status of neo-darwinism. A: Waddington CH, dir. Sketching theoretical biology. Toward a theoretical biology. New Brunswick: Aldine Transaction; 2010. [ISBN: 978-0-202-36319-6].

(29) Dawkins R. The blind watchmaker. Londres: Penguin Group; 1991. [ISBN: 0-14-01.4481-1].

(30) Dawkins R. Universal darwinism. A: Bedau MA, Cleland CE. The nature of life: classical and contemporary perspectives from philosophy and science. Cambridge: Cambridge University Press; 2010. [ISBN: 978-0-521-51775-1].

(31) Dawkins R. Brief candle in the dark. My life in science. Nova York: Ecco. HarperCollins Publisher; 2016. [ISBN: 978-0062288455].

(32) Pinker S. Deep commonalities between life and mind. A: Grafen A, Ridley M, dirs. Richard Dawkins: how a scientist changed the way we think. Oxford: Oxford University Press; 2006. [ISBN: 0-19-929116-0].

(33) Dawkins R. The selfish gene. Oxford: Oxford University Press; 1976. [ISBN: 0-19-857519-X].

(34) Monod J. Le hasard et la nécessité. Paris: Éditions du Seuil; 1970.

(35) Nicolau J. El gen egoista, revisitat. *In vitro veritas* 2014;15:36-40.
<<http://www.accllc.cat/wp-content/uploads/2015/11/ivv1661.pdf>> (accés: 2018-04-02).

(36) Nicolau J. Sobre l'atzar i la necessitat. *In vitro veritas* 2017;18:21-25.
<<http://www.accllc.cat/wp-content/uploads/2017/01/ivv2011.pdf>> (accés: 2018-04-02).

(37) Dawkins R. River out of eden. A Darwinian view of life. Londres: Phoenix. Orion Books Ltd; 1996. [ISBN 1 85799 405 1].